AM ステレオトランスミッタ
取扱説明書

2011/05/15　第 1 版

目次

改定履歴

Rev№	Date	Page№	内容
1	2011/05/15	全部	初版

1　はじめに

AM ステレオトランスミッタを落札頂き誠にありがとうございます。
本取り扱い説明書を良くお読みになられた後、お使い頂きます様よろしくお願いいたします。

1.1　各部紹介

概観図
(正面)



液晶パネル　　周波数設定スイッチ　　周波数保存スイッチ　　音声ボリューム　　音声入力(RCA 端子) インピーダンス 6.7kΩ

液晶パネルに現在の周波数と音声入力レベル、その他状態を表示します。

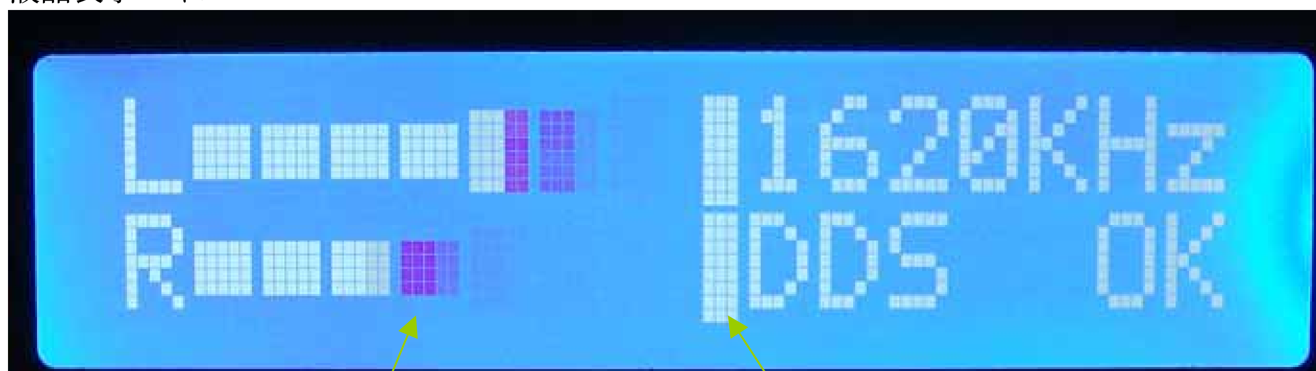
周波数設定スイッチを回すと 9KHz ステップで周波数が変化し 0KHz～2295KHz まで周波数設定できます。ただし実際に背面 RF 端子より出力されるのは 0～1710KHz の範囲です。1710KHz 以上は内蔵フィルタにより RF 出力がカットされます。
また 9KHz ステップの値は日本の AM 放送バンドプランに則ります。

周波数保存スイッチを押すと現在の周波数を内蔵マイコンに記憶させます。電源再投入時は記憶した周波数に自動的に設定されます。

音声ボリュームは入力レベルを絞るときに使います。普段は右回し(時計回り)に回しきって下さい。

音声入力端子に最大振幅 0.776Vp-p(-11dBV)の音声を入力します。ピークレベルがこれ以下の場合 100%変調が掛かりません。また入力インピーダンスは 6.8 KΩ(ボリューム最大時)～10KΩ(ボリューム最小時)です。

液晶表示パネル



平均値レベル表示　　ピークレベル表示(このレベルで 100%変調)

液晶左側は右及び左の音声入力レベルをバーグラフ及びドットで表示します。100%変調で上の図のようにフルスケール表示になるよう調整されています。入力レベルの調整にご活用下さい。
液晶右側は上段が周波数表示、下段が簡易状態表示になっています。普段は”DDS OK”と表示していますが、周波数保存スイッチを押すと”Save ok”と表示します。

(背面)



電 源 入 力
10～16V

RF 出力
インピーダンス 50Ω

電源入力はセンタープラスの AC アダプタをご使用下さい。付属の 12VAC アダプタの使用を推薦します。10V 以下の AC アダプタをご使用の場合、変調度が高くなると RF 出力がクリップし歪が発生します。また、16V 以上の電圧を入力すると内蔵 DC-DC コンバータが破損します。また、センターマイナスの AC アダプタを接続しても保護ダイオードがあるので壊れませんが、動作しませんのでご注意下さい。内部にサーキットブレーカーを内蔵しているのである程度大丈夫だと思いますが、本機器を使用した事に依って、落札者様及びご使用者様の財産、健康、など損害が生じても責務は負いませんのでご了承下さい。

RF 出力はインピーダンス 50Ω以上でお使い下さい。50Ω以下で使用すると、内蔵アンプが飽和して歪が発生し高調波が増えます。1kΩ以上の値を推薦します。周波数にも依りますがおおよそ 1m 程度のワイヤーに直結した時の値に相当します。1m 程度の電線を接続すると半径 2m 以内の AM ラジオに電波を飛ばすことが出来ます。長い電線を接続しますと、電波法違反になる恐れがあるのでご注意下さい。スプリアスは極力抑えていますがゼロではないの

で特に弱電界地域では既存の AM 放送局と被る可能性もあります。周波数設定後、既存 AM 局を全て受信し被りが無いか確認下さい。

2 調整法

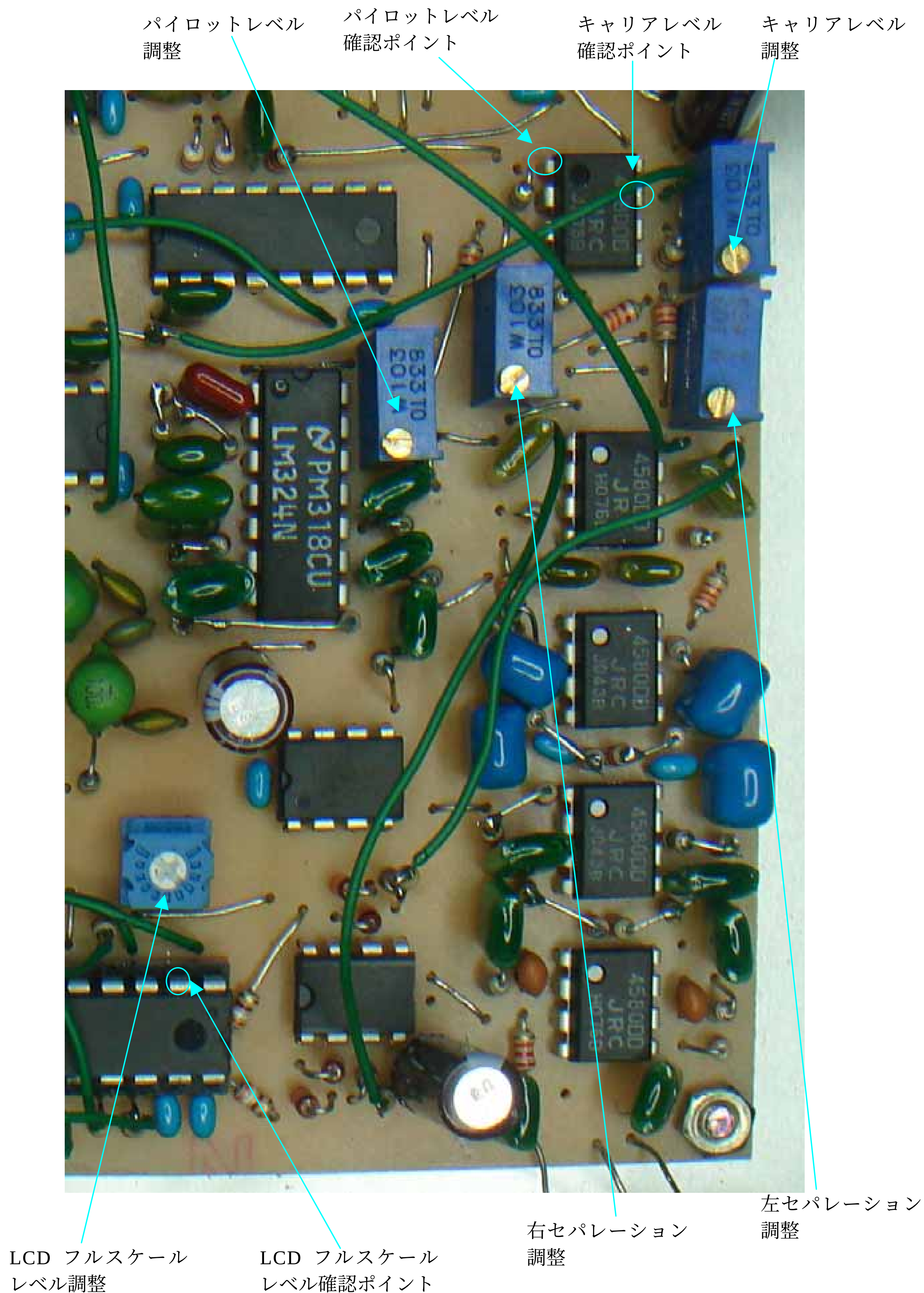
製作時に相応の性能が出るように調整していますが、長期使用中に調整値がズレる可能性があります。また、AM ステレオの標準受信器を持っていないという事もあり、セパレーションが最適値からずれている可能性もあります。もし可能であれば、下記の調整法を参考に調整頂くとさらに性能が出ると思います。下記 step1～4 まで順に調整してみて下さい。

アルミケースの上蓋を止めている 4 つのネジを外すと、下図 1 のようにケース内部が見られる状態になります。



図 1　ケース内部概観図

各部調整ポイント詳細


パイロットレベル
調整
パイロットレベル
確認ポイント
キャリアレベル
確認ポイント
キャリアレベル
調整
LCD　フルスケール
レベル調整
LCD　フルスケール
レベル確認ポイント
右セパレーション
調整
左セパレーション
調整

注意　調整ボリュームを回す際、何回転回したか覚えておいて下さい。10 回転以上回す事は無いと思いますが、往々にして　**回しすぎ→何回転回したか忘れる→ボリュームの限界まで回しきって壊す**という事が起きます。ちなみに 25 回転タイプの半固定抵抗を使用しているので、どちらかに 25 回転以上回すと……

Step1　キャリアレベル調整……音声を全く入力しない状態で、キャリアレベル調整ボリュームを回し、キャリアレベル確認ポイントが直流 1.2V となるよう調整します。

Step2　LCD フルスケールレベル調整……音声を全く入力しない状態で、フルスケールレベル調整ボリュームを回し、LCD フルスケールレベル確認ポイントが直流 1.2V となるよう調整します。

Step3　パイロットレベル調整……音声を全く入力しない状態で、パイロットレベル調整ボリュームを回し、パイロットレベル確認ポイントに 0.12Vp-p の 25Hz 交流が出るように調整します。0.12Vp-p に調整すると、AM ステレオの理論式どおりの値となります…が、実際この値に調整すると、重低音のうなりが音声として出力され、耳障りになる事が多いです。AM ステレオラジオのパイロット信号検出能力次第になりますが、パイロット信号レベルを減らした方が音質は向上します。FM 放送のパイロット信号とは違い、ステレオ放送かモノラル放送か識別しているだけなのでレベルを絞っても殆ど影響は無いです。

Step4　セパレーション調整……0.5Vp-p 程度の過変調にならない 1KHz の音声を左に入れ左セパレーション調整ボリュームを回し、パイロットレベル確認ポイントとキャリアレベル確認ポイントに同一レベルの 1KHz 交流が出るようにします。理論上この調整で最適なセパレーションが出るはずですが、位相器の特性などにより最適値は多少ずれます。もし専用の測定器をお持ちの場合、上記調整中右音声出力が最小となるように調整すると、最適なセパレーション特性が出ます。
右の音声の調整は右のみ 1KHz の音声を入力し右セパレーション調整ボリュームを回し、パイロットレベル確認ポイントとキャリアレベル確認ポイントに同一レベルの 1KHz 交流が出るようにします。

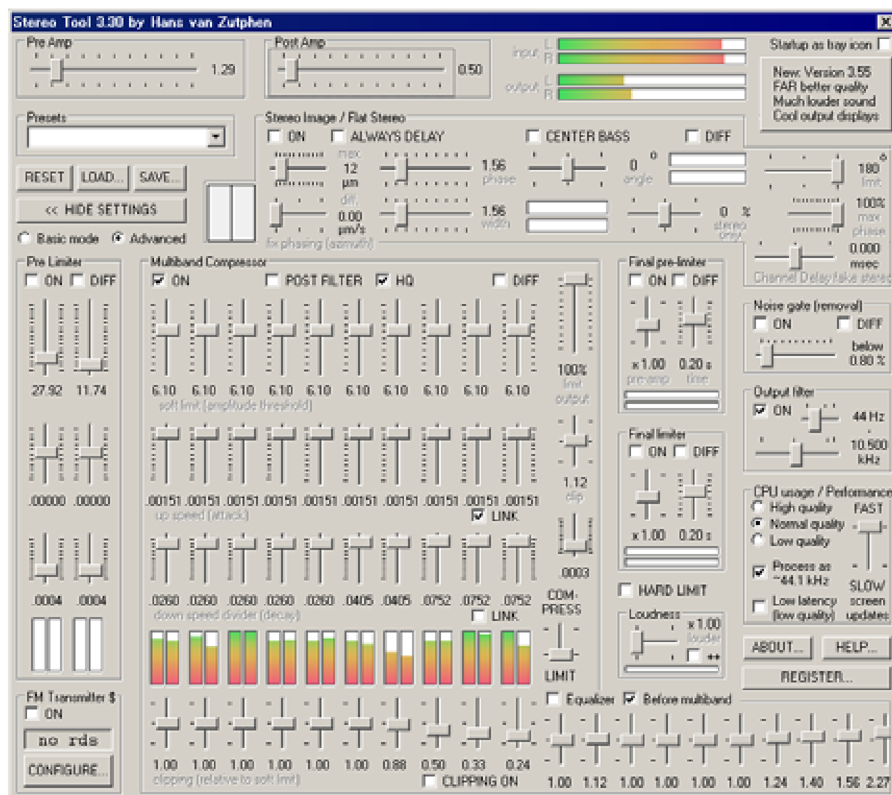
3 音声入力レベル管理の難しさについて

本 AM ステレオトランスミッタを使用して実際に音声を入力しラジオで受信すると、既存の AM 放送局と比べ受信音量が小さく感じると思います。これは本トランスミッタが故障している訳ではなく、既存の AM 放送が optimod-AM などの専用機器を用いて、常時大きな音が出るように、また明瞭感のある音声になるように音声レベル調整している為です。なので既存AM局に負けじと(笑)ボリュームを上げて音量を稼ごうとすると往々にして100%以上の過変調になります。

しかし、過変調に対する音質劣化は FM トランスミッタと比べはるかに大きいです。
FM の場合は 150%程度の過変調になっても FM ラジオの IF フィルタや復調器の性能に余裕があるため、問題が起きる事は少ないです。しかし、AM の場合 100%を超えた瞬間歪が発生し、特に AM ステレオの場合、位相変調されたステレオ音声成分とパイロット信号が 100%変調時に消失してしまう為、ラジオが頻繁にモノラル⇔ステレオに切り替わるという状態になります。現実には 95%変調程度が限界です。

optimod-AM を買えば上記問題は解決できますが、新車が買える程の価格(100 万～)のため、相当な覚悟が必要になります。optimod 程ではありませんが、Triple-C というマルチバンドリミッタでも同じような効果が得られ、2 万円程度(ヤフオク価格)とリーズナブルな価格なのでこれを使う手もあります。

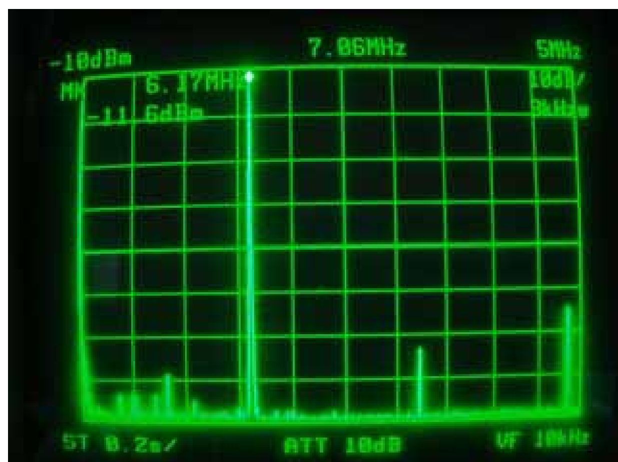
パソコンが音源の場合、有志の手で optimod に似たような機能を有するソフトが作られています。良く使われるのは Multimax、stereo-tool などです。
以下一例ですが stereo-tool 動作時の画面を挙げます。

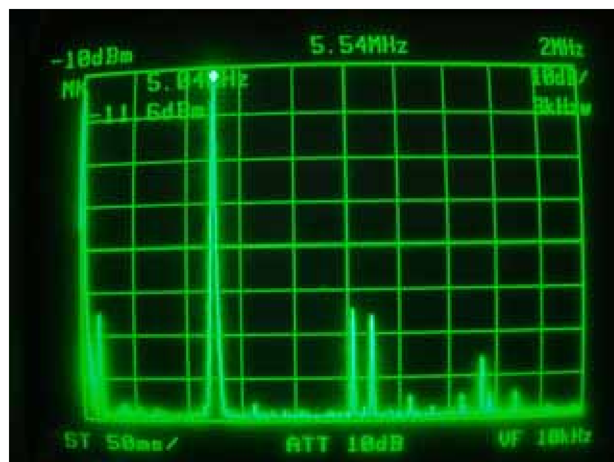


4　仕様

項目	項目／条件		値
外形寸法	ケースはタカチ YM-180 使用	高さ	46mm(ゴム足も含む)
		幅	180mm
		奥行	130mm
質量	本体のみ		410g
電源端子			φ2.1DC-JACK 10〜16V 入力
消費電流	付属 AC アダプタ(12V)を接続して測定		0.21A(typ)　0.3A(max)
高周波出力	出力端子		BNC(50Ω)
	高調波(詳細は下記グラフ参照) 50Ω終端で測定 100%変調	1620KHz	-45dBc
		522KHz	-45dBc
	出力　50Ω終端で測定 0%変調時のキャリアレベル		8dBm
	周波数設定範囲		0KHz〜2295KHz 9KHz step
音声入力	入力端子		RCA ジャック 白…左入力　赤…右入力
	インピーダンス	ボリューム最小時	10kΩ
		ボリューム最大時	6.8kΩ
	周波数特性(1KHz 比)	50Hz	-33dB
		77Hz	-3dB(HPF カットオフ周波数)
		10KHz	-3dB(LPF カットオフ周波数)
		20KHz	-16dB
	感度(100%変調)1KHz	ボリューム最大時	-11dBV(0.776Vp-p)
パイロット信号生成器		全高調波歪率	0.43%(次頁参照)
		出力レベル	0〜10%(変調比)vol で可変

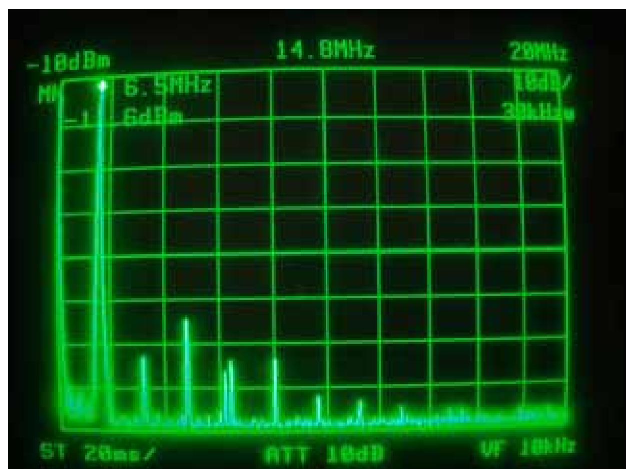
RF 高調波測定

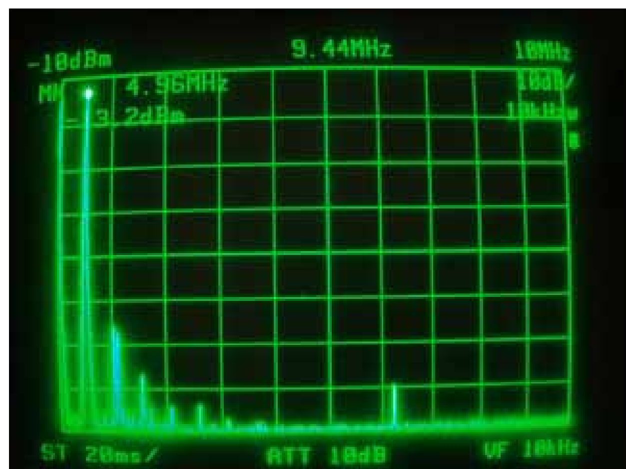




1620KHz 出力時
縦軸 10dB/div　横軸 0.5MHz/div
左端 0MHz

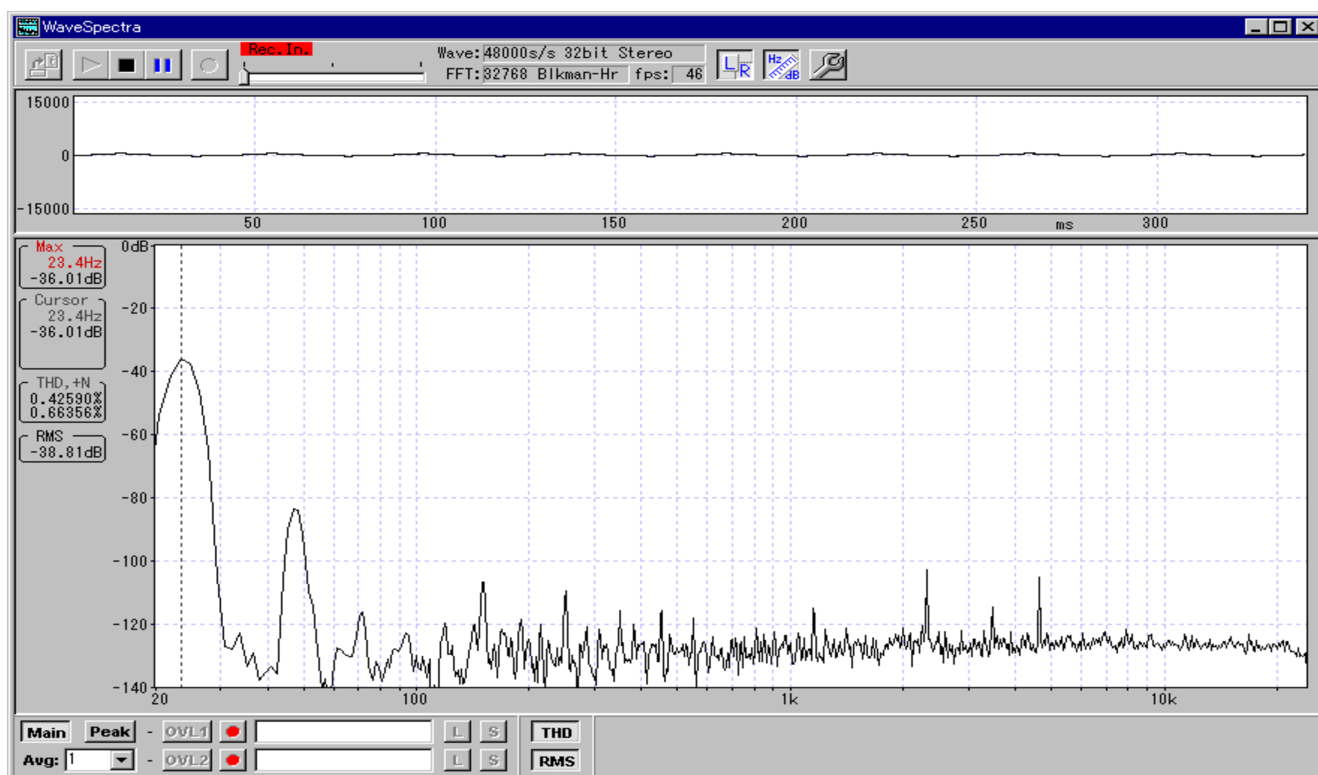
522KHz 出力時
縦軸 10dB/div　横軸 0.2MHz/div
左端 0MHz





1620KHz 出力時
縦軸 10dB/div　横軸 2MHz/div
左端 0MHz

522KHz 出力時
縦軸 10dB/div　横軸 1MHz/div
左端 0MHz



パイロット信号歪率　0dB フルスケール時=3.16Vp-p

入力(1KHz)	本機器			VP8174(参考値)		
	L 出力	R 出力	セパレーション	L 出力	R 出力	セパレーション
L+R(90%mod)	-26.6	-28.7	------------	-29.54	-30.37	------------
L(90%mod)	-26.69	-47.98	21.29	-30.92	-45.04	14.12
R(90%mod)	-64.89	-27.42	37.47	-48.90	-34.48	14.42

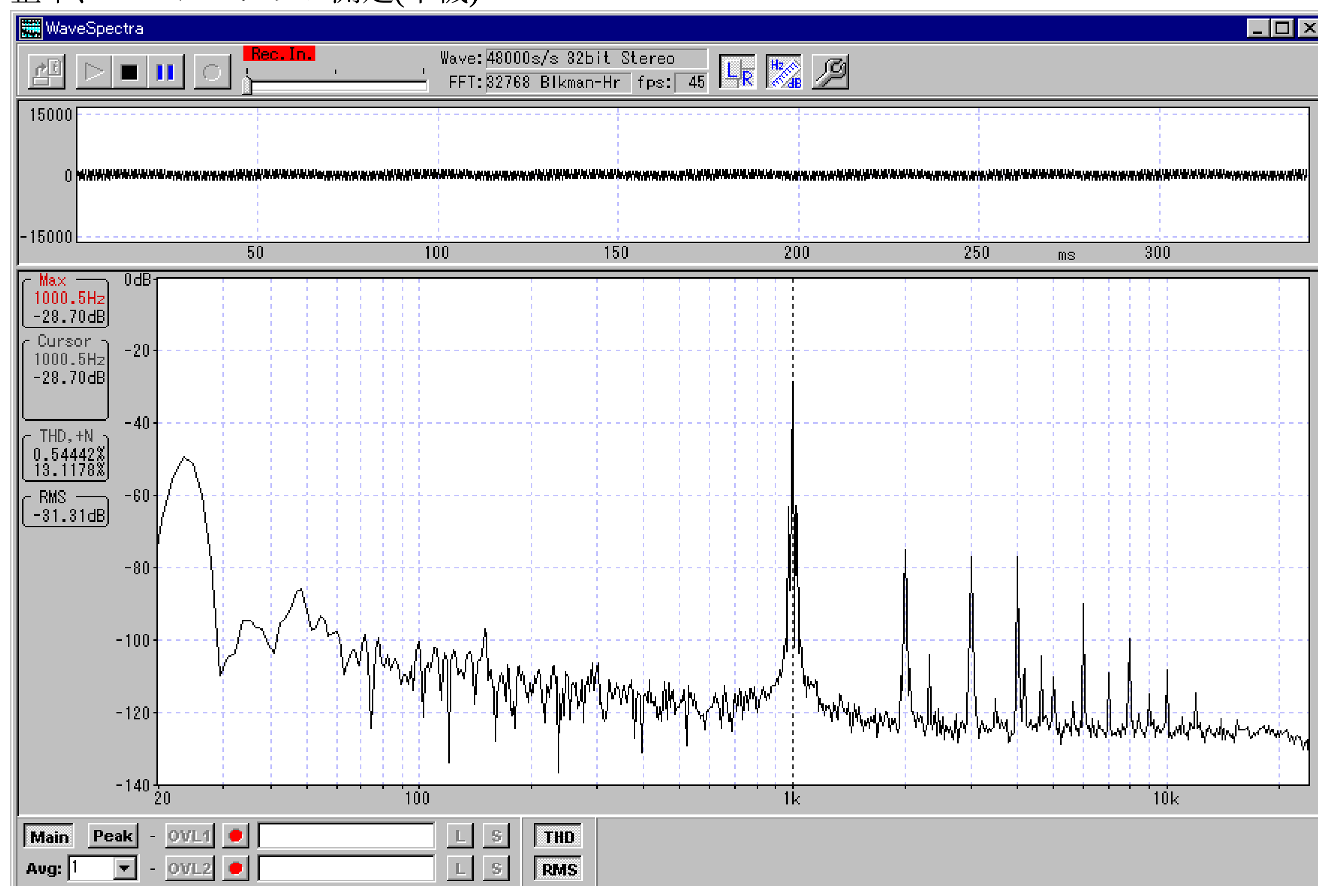
セパレーション 単位は dB

入力(1KHz)	本機器		VP8174(参考値)	
	L 出力	R 出力	L 出力	R 出力
MONO 50%mod※1	0.190		0.103	
MONO 90%mod※1	0.273		0.18	
L+R(90%mod)	0.27	0.54	0.19	0.21
L(90%mod)	0.51	[6.68]	3.08	[15.13]
R(90%mod)	[122.9]	1.81	[10.03]	1.93

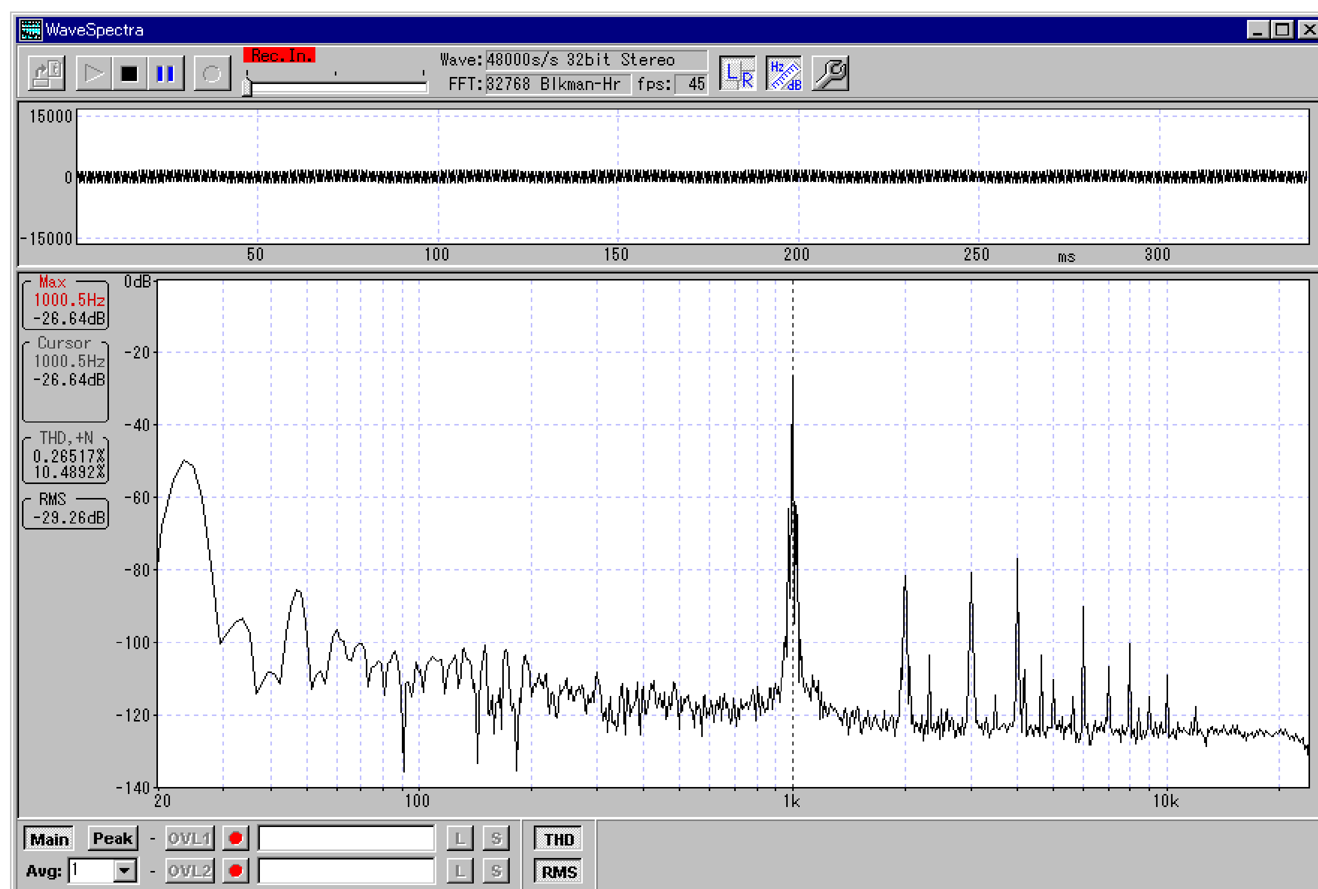
歪率(%)
[ ]内の値は参考値

復調は TA8120 使用(データシート上の推薦回路)
※1　Mono は TA8120 復調器を強制モノラルに設定して測定。L と R には同一レベルを入力

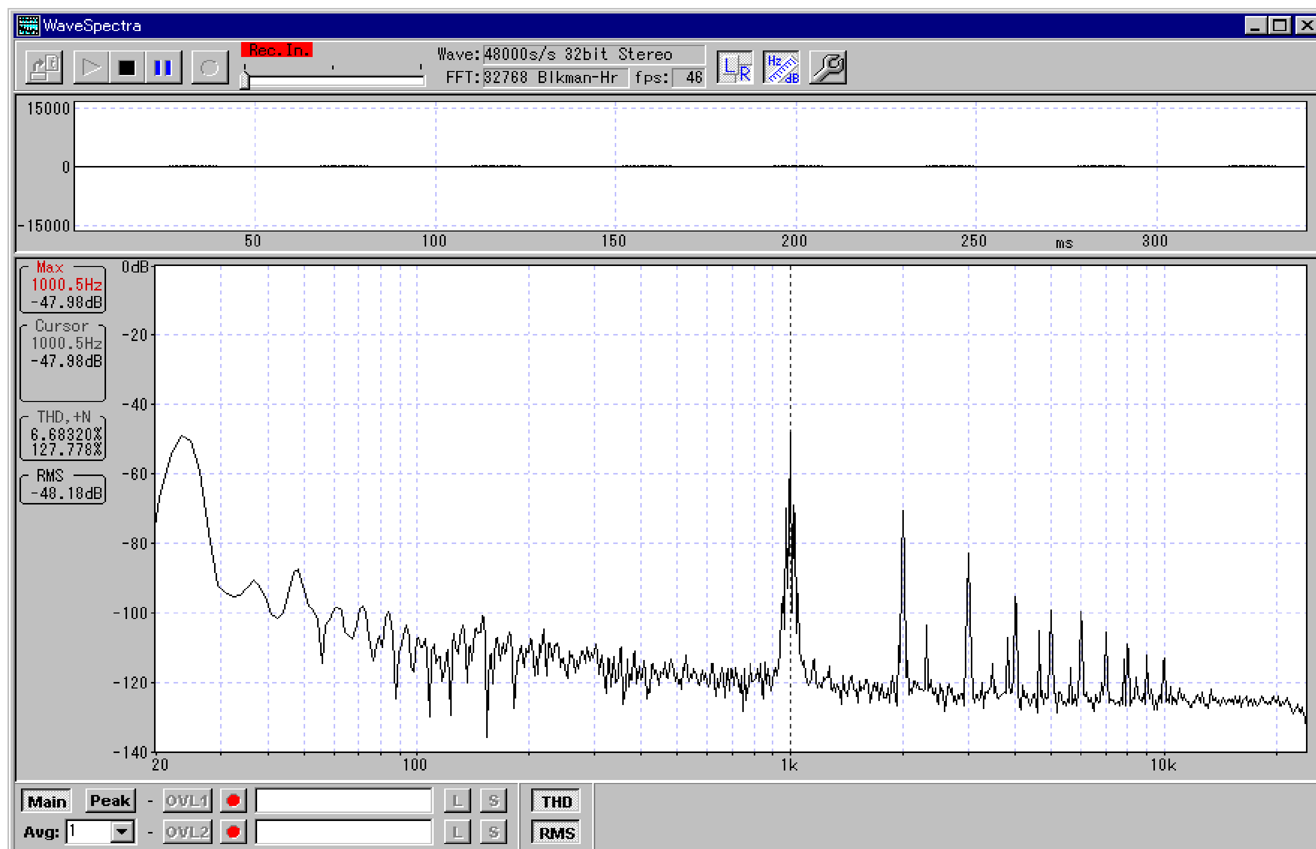
歪率、セパレーション測定(本機)



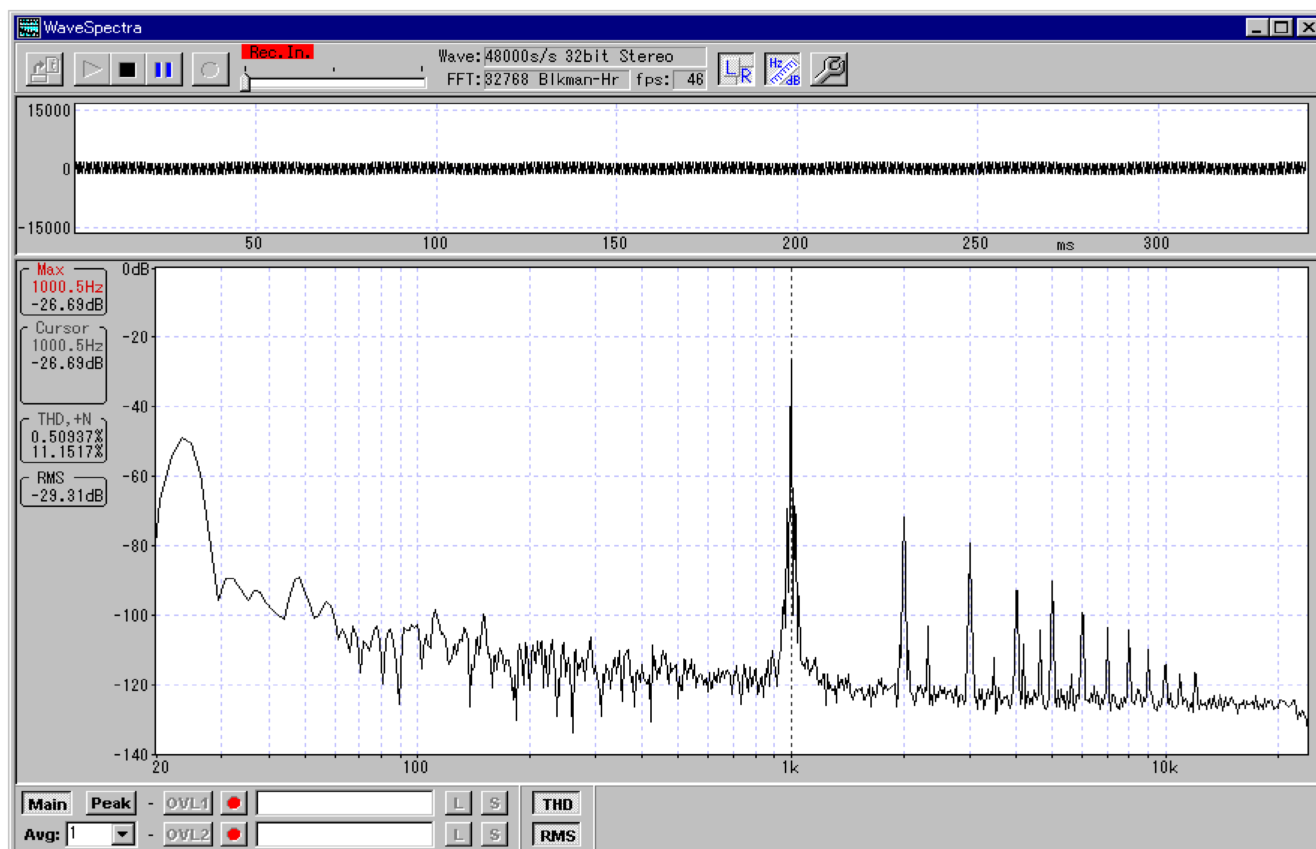
L+R=90%変調入力時(1KHz)　R 復調出力



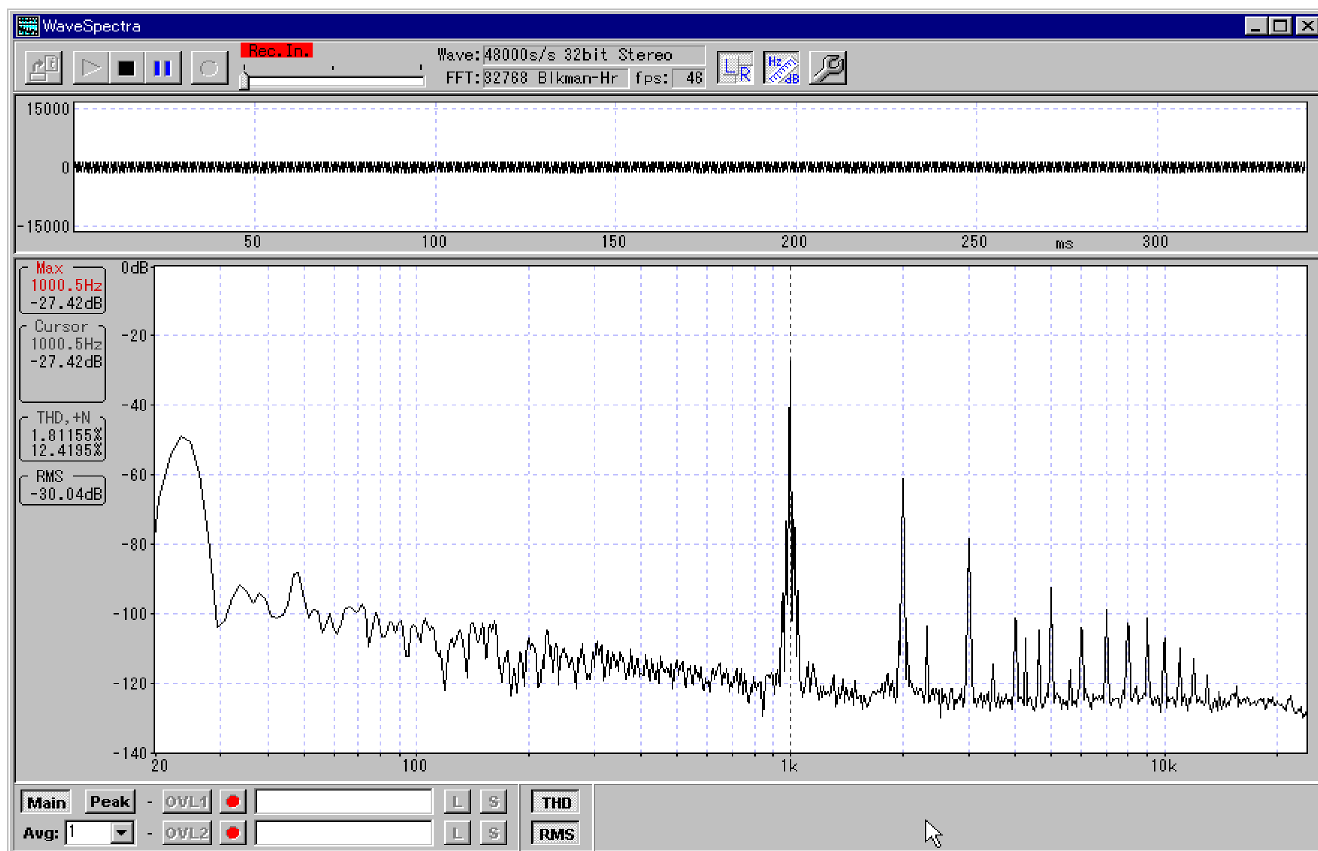
L+R=90%変調入力時(1KHz)　L 復調出力



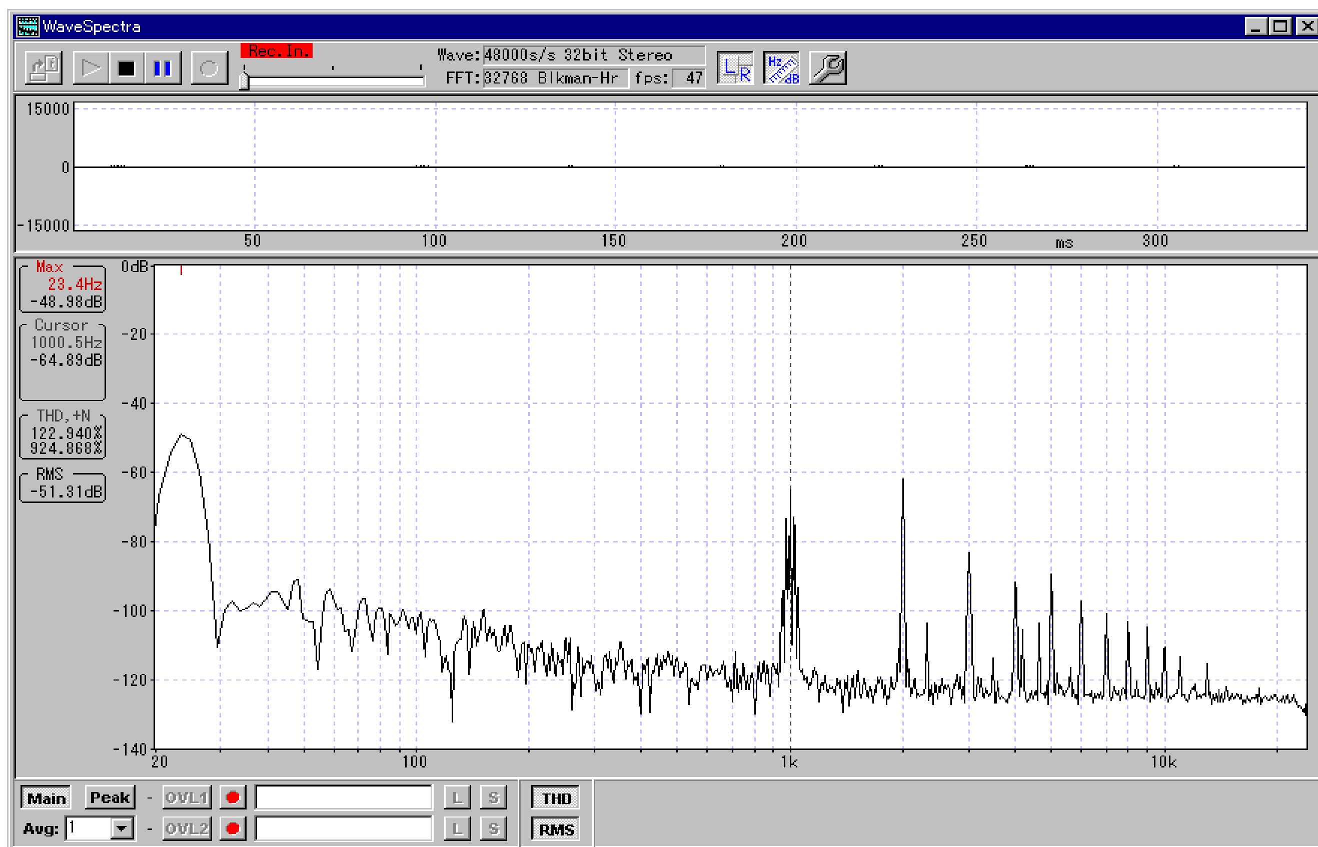
L のみ=90%変調入力時(1KHz)　R 復調出力



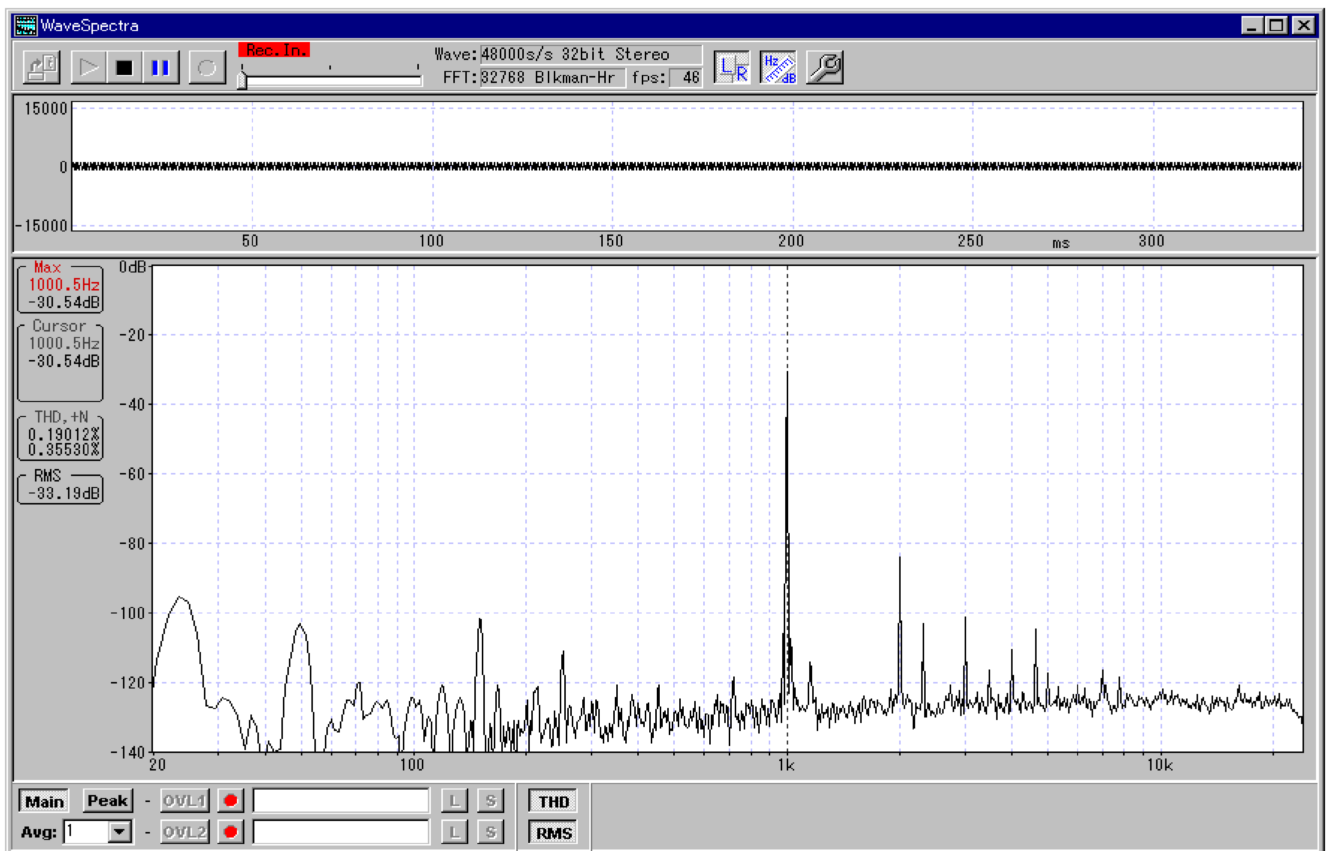
L のみ=90%変調入力時(1KHz)　L 復調出力



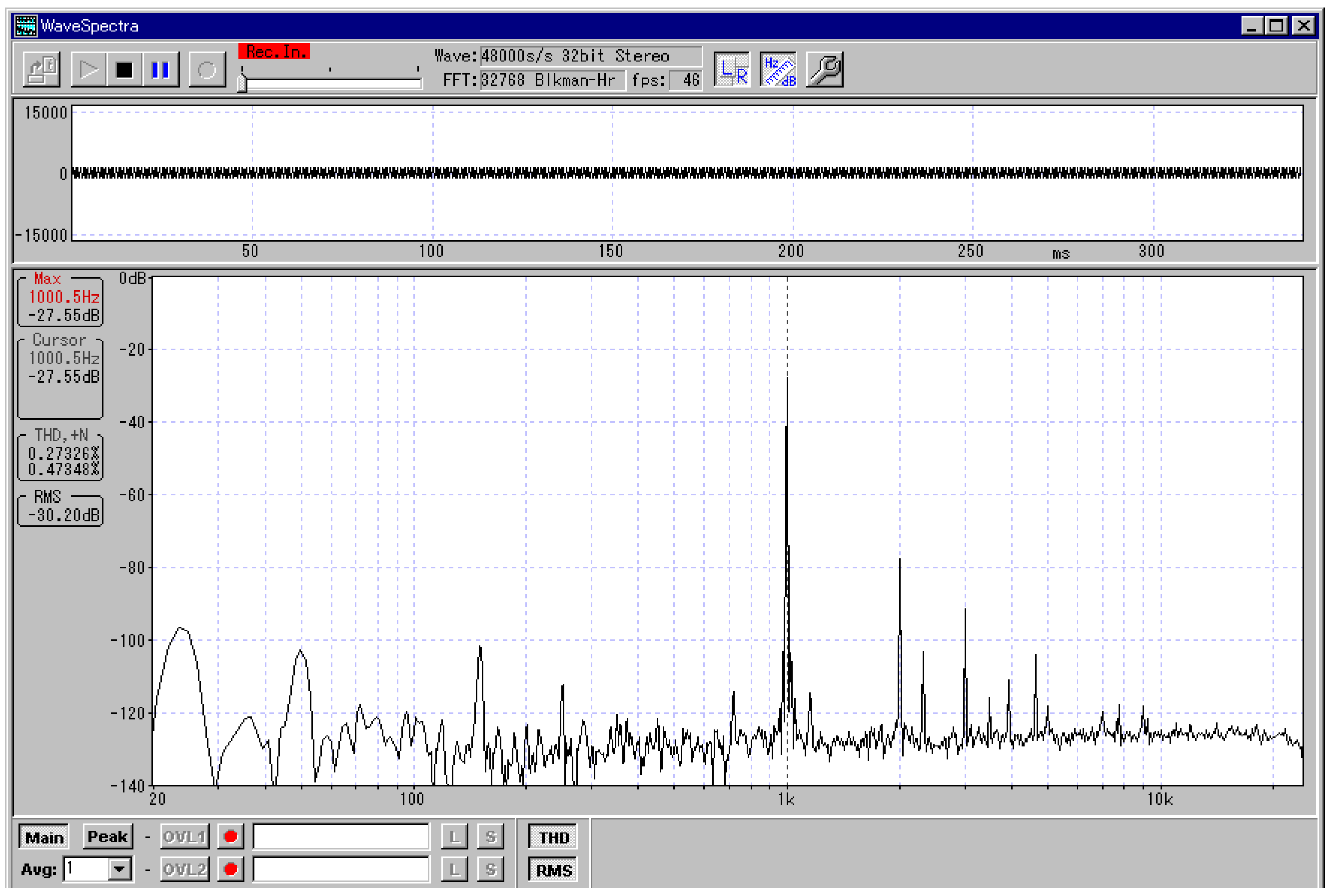
R のみ=90%変調入力時(1KHz)　R 復調出力



R のみ=90%変調入力時(1KHz)　L 復調出力

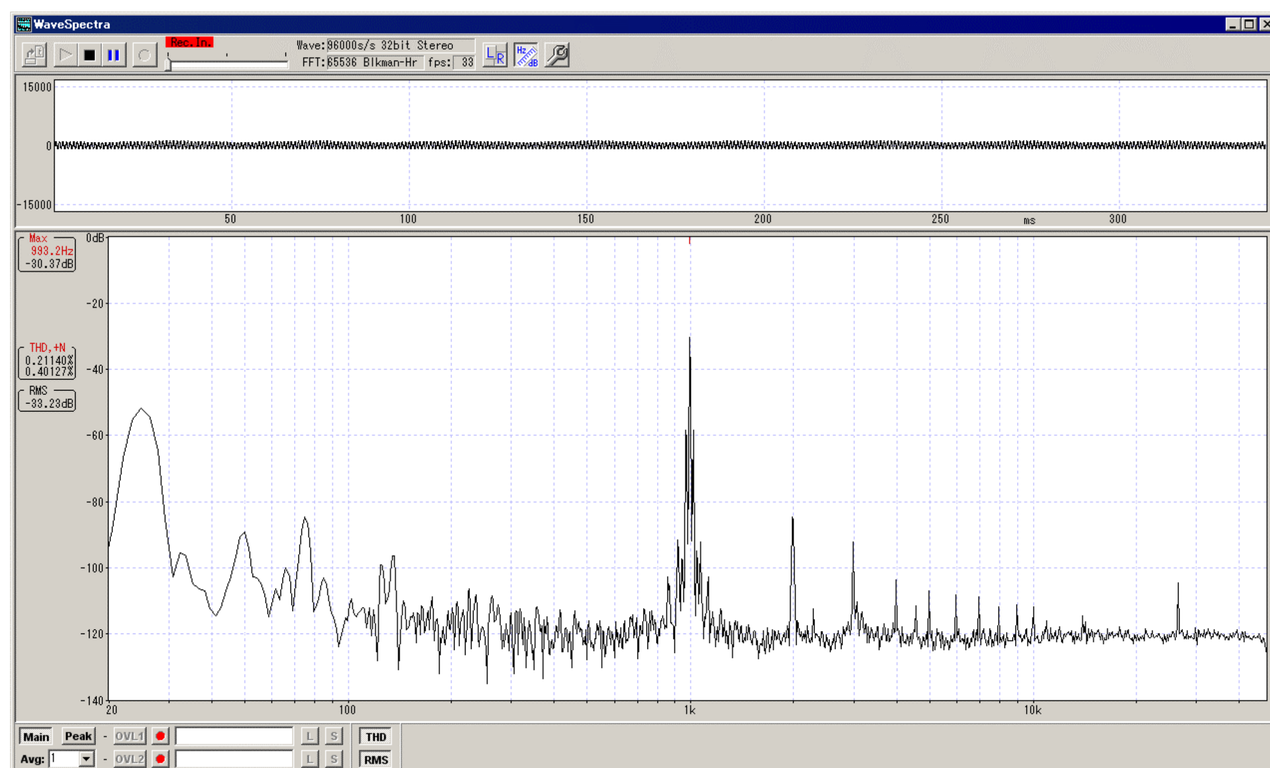


L+R=50%変調入力時(1KHz)　モノラル受信

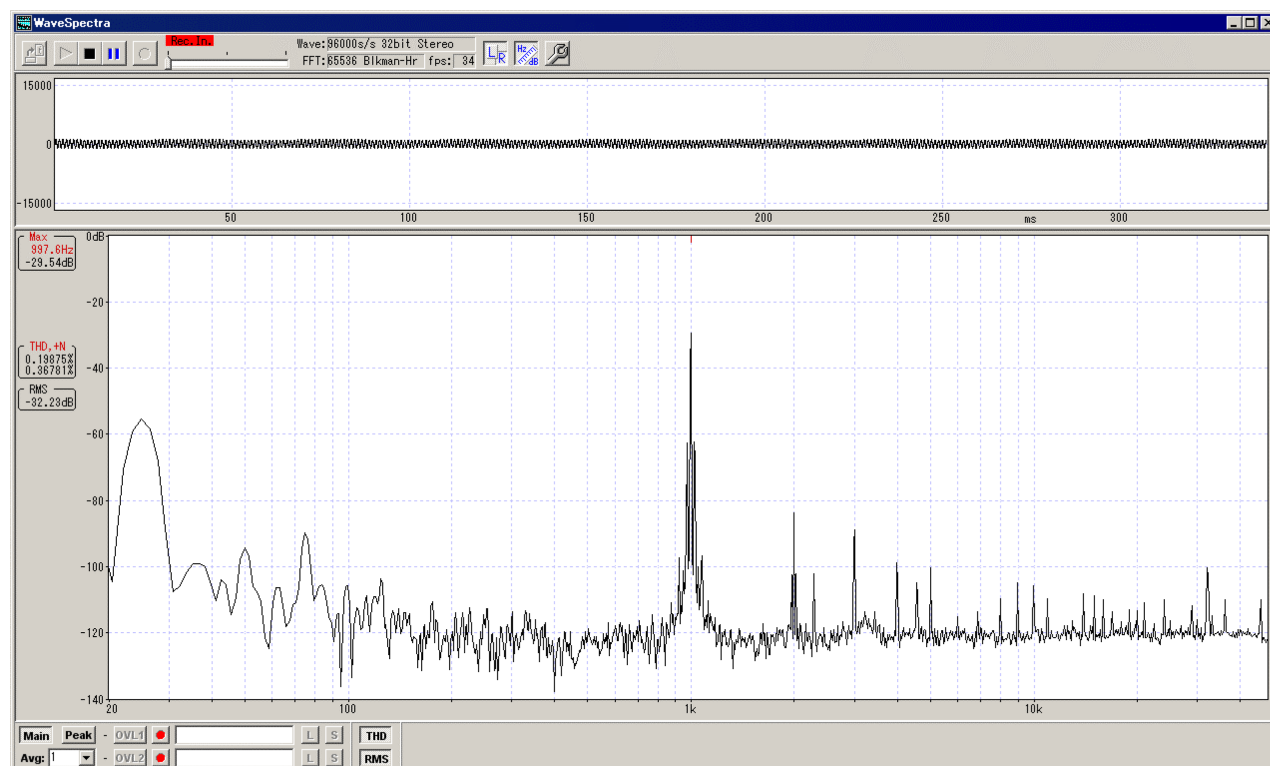


L+R=90%変調入力時(1KHz)　モノラル受信

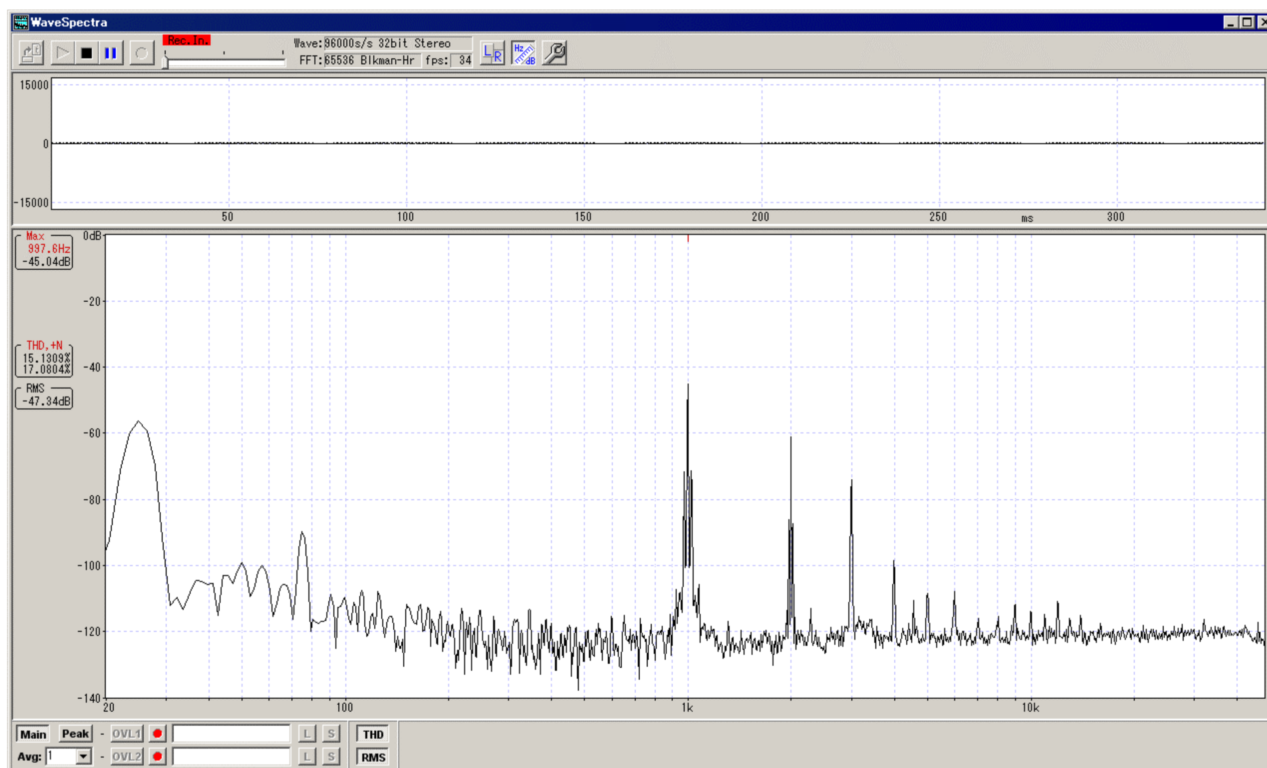
参考比較　VP8254(松下製 AM ステレオ標準発振器)



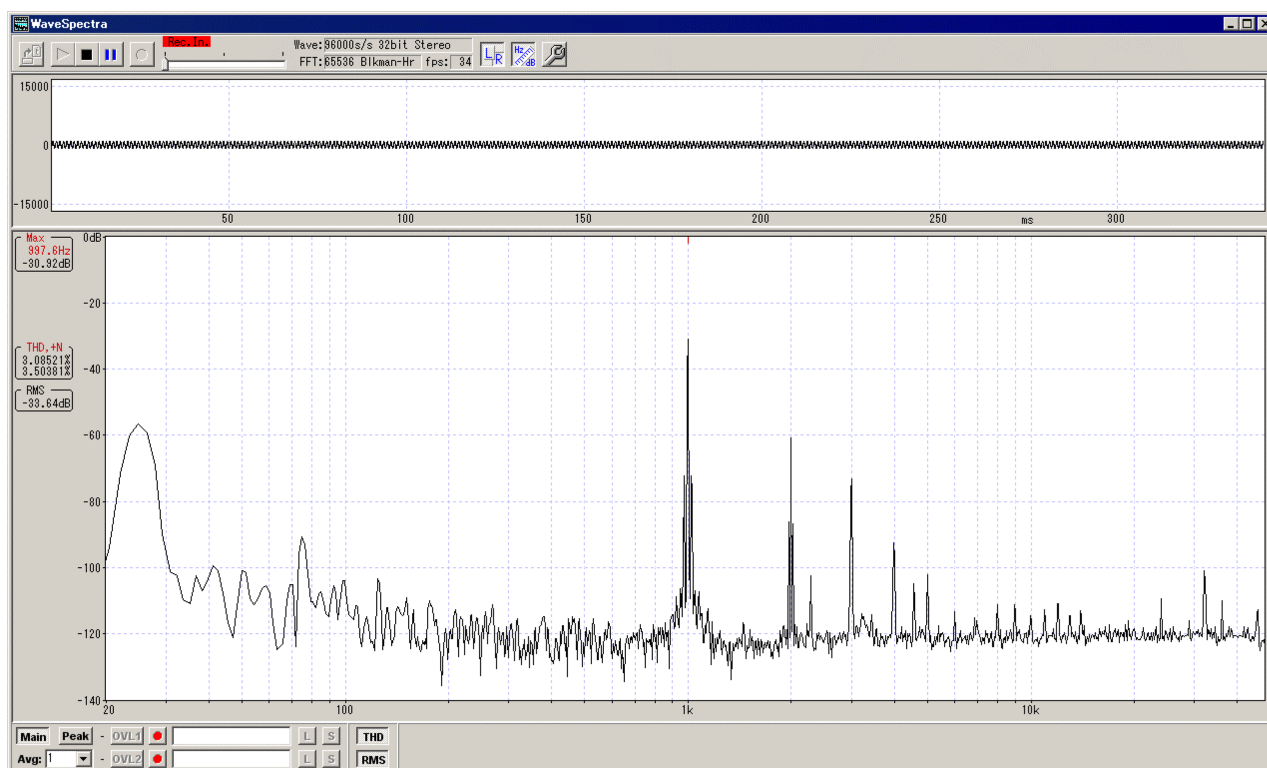
L+R=90%変調入力時(1KHz)　R 復調出力



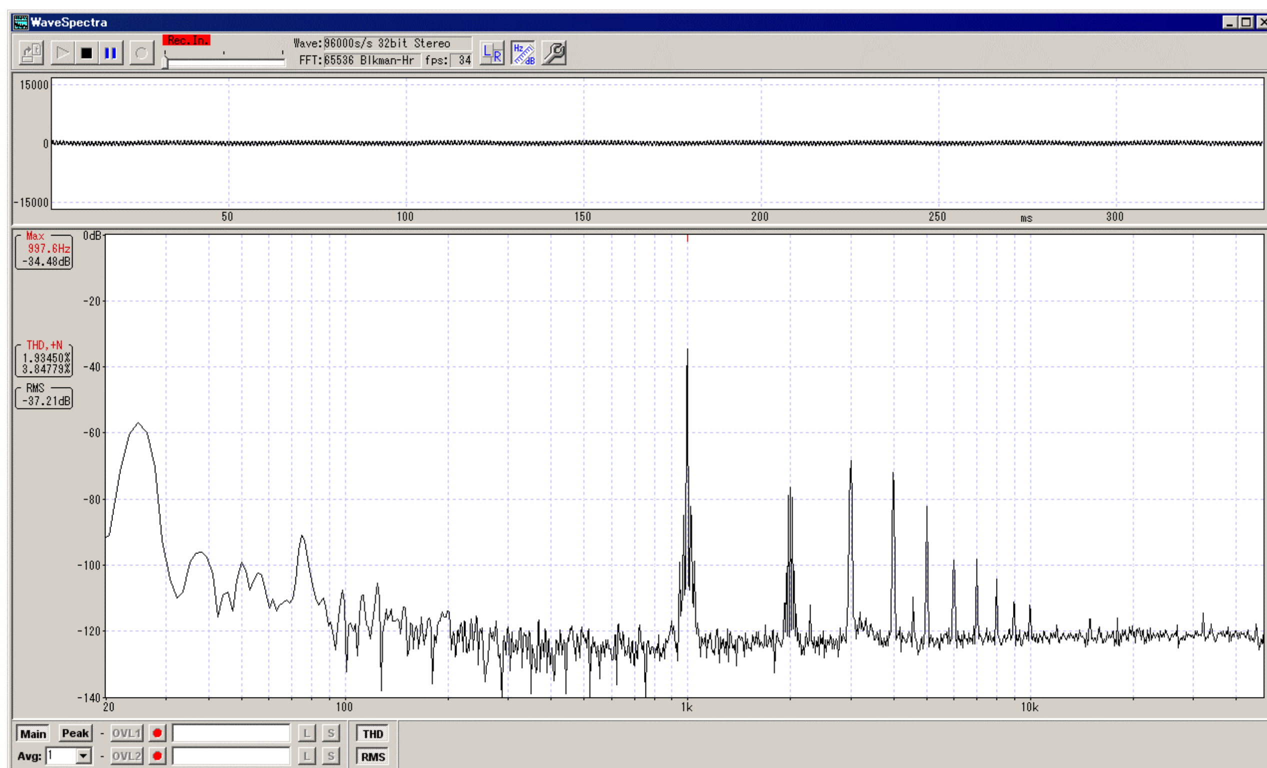
L+R=90%変調入力時(1KHz)　L 復調出力



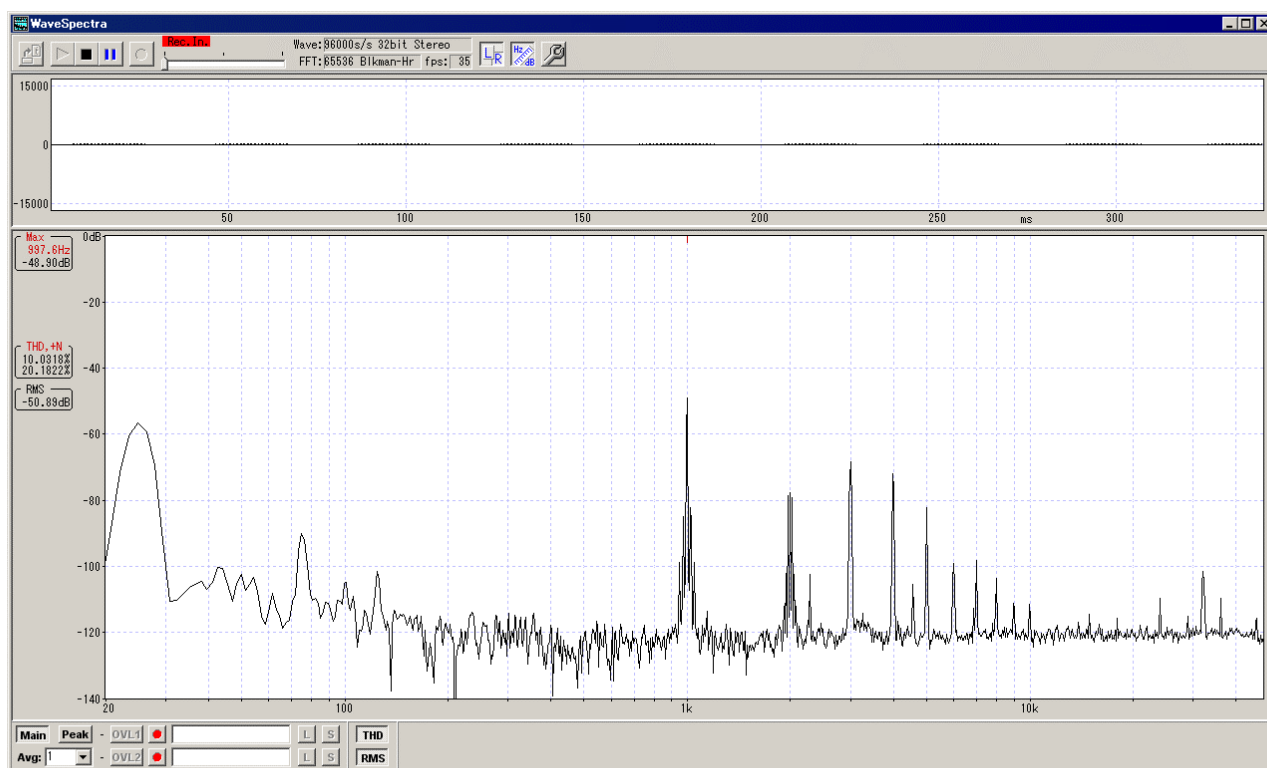
L のみ=90%変調入力時(1KHz)　R 復調出力



L のみ=90%変調入力時(1KHz)　L 復調出力

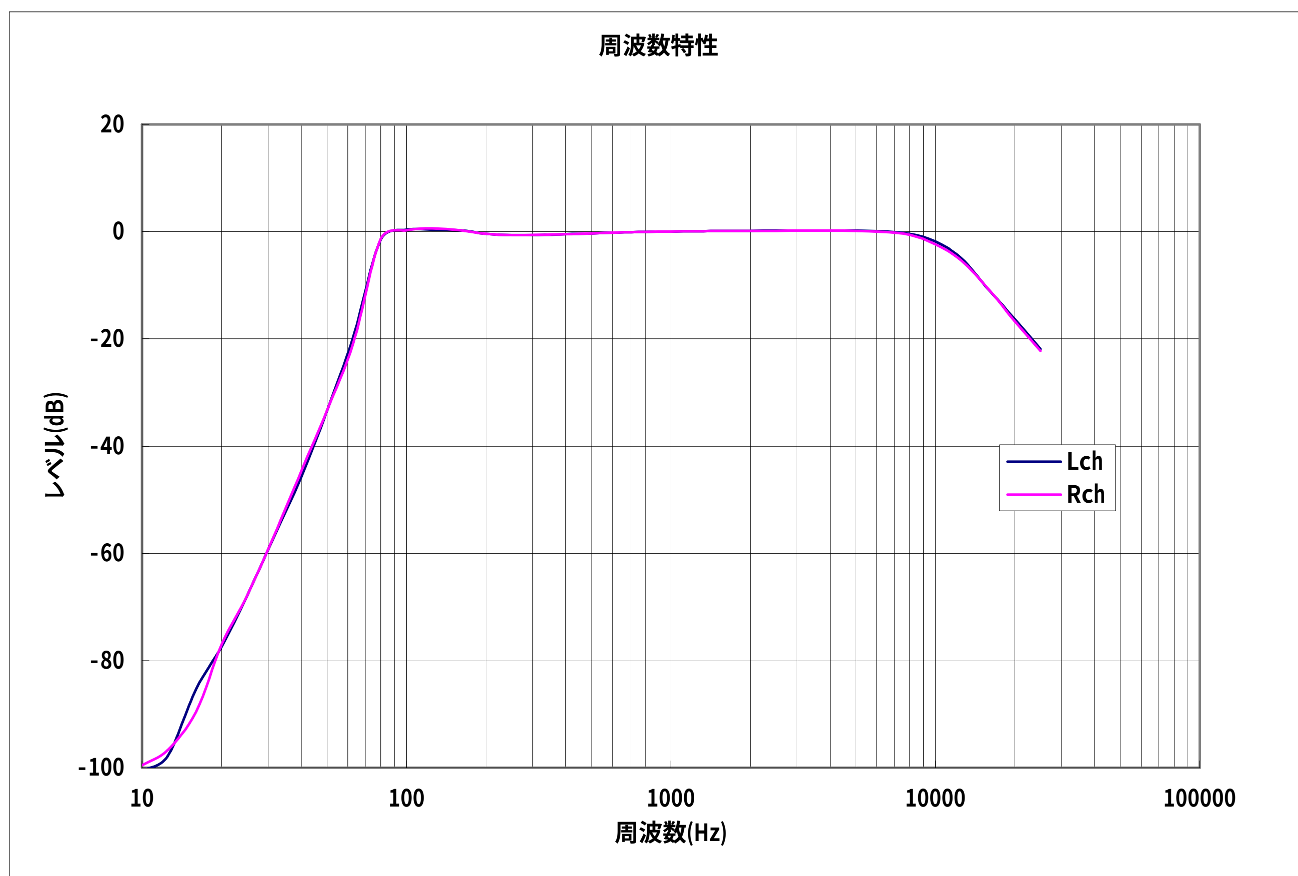


R のみ=90%変調入力時(1KHz)　R 復調出力



R のみ=90%変調入力時(1KHz)　L 復調出力

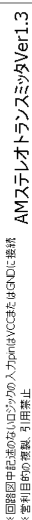
AF 帯 F 特(RCA 入力→変調器直前までの F 特)



周波数	Lch	Rch
10	-100.52	-99.53
12.5	-97.865	-96.73
16	-85.35	-89.57
20	-77.4	-76.96
25	-67.83	-67.85
31.5	-56.99	-56.82
40	-45.68	-44.61
50	-33.49	-33.41
63	-19.46	-20.62
80	-1.5	-1.39
100	0.36	0.27
125	0.34	0.62
160	0.27	0.23
200	-0.4	-0.38
250	-0.64	-0.65
315	-0.62	-0.61
400	-0.47	-0.47
500	-0.32	-0.32

周波数	Lch	Rch
630	-0.17	-0.16
800	-0.06	-0.05
1000	0.03	0.03
1250	0.08	0.08
1600	0.12	0.12
2000	0.14	0.14
2500	0.16	0.15
3150	0.18	0.16
4000	0.19	0.16
5000	0.18	0.12
6300	0.09	-0.03
8000	-0.39	-0.59
10000	-1.82	-2.35
12500	-4.96	-5.35
16000	-10.97	-10.91
20000	-16.34	-16.74
25000	-21.86	-22.25

5 回路図



5 回路図

※回路図中記述のないロジックの入力pinはVCCまたはGNDに接続
※営利目的の複製、引用禁止

備考

C-QUAM について

日本国内で使用されている AM ステレオ(C-QUAM 方式)について簡単にご説明します。

AM ステレオは既存の AM モノラル受信機と互換性を持ちつつステレオ化するため、モノラル成分を既存の AM 変調を用い、ステレオ成分は位相変調を用いています。

AM ステレオの公式

アンテナ出力 $Vout$ は以下の式になります。

$$Vout = (1+L+R)\cos(\omega_c t + \tan^{-1}\frac{L-R+0.05\cos(\omega_p t)}{1+L+R})$$

L 及び R は音声信号　ただし振幅は 0～0.47 まで

ω_c は電波(搬送波)の周波数　例えば NHK 東京第一放送は　594KHz

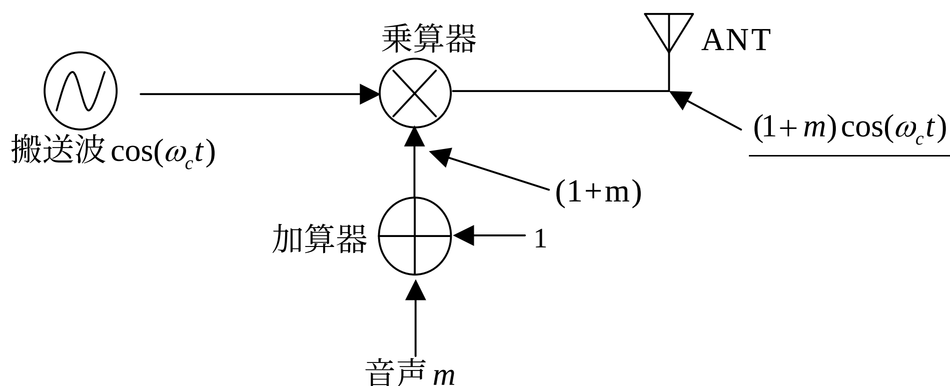
ω_p はパイロット信号(25Hz)

ちなみに AM モノラルの場合は以下のシンプルに式になります。

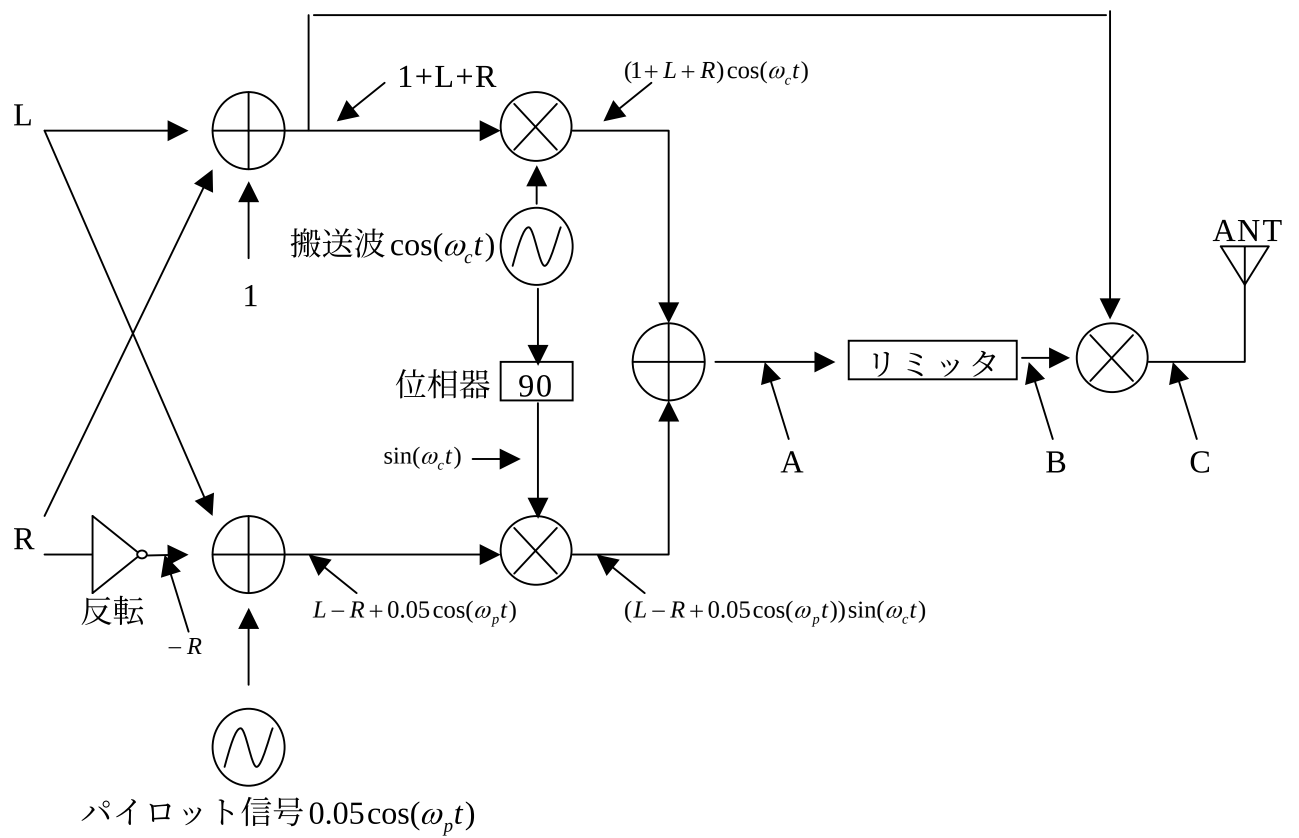
$$Vout = (1+m)\cos(\omega_c t)$$

m はモノラル音声。ただし振幅は 0～1 の間

AM ステレオの式に　L=R(右と左が同じ音…つまりモノラル)　L+R=m を代入し、パイロット信号 $0.05\cos(\omega_p t)$ を消去すると AM モノラルの式と同じになります。



AM モノラル送信機ブロック図



A 点の式 $\sqrt{(1+L+R)^2+(L-R+0.05\cos(\omega_p t))^2}\cos(\omega_c t+\tan^{-1}\frac{L-R+0.05\cos(\omega_p t)}{1+L+R})$

B 点の式 $\cos(\omega_c t+\tan^{-1}\frac{L-R+0.05\cos(\omega_p t)}{1+L+R})$

C 点の式 $(1+L+R)\cos(\omega_c t+\tan^{-1}\frac{L-R+0.05\cos(\omega_p t)}{1+L+R})$

AM ステレオ送信機ブロック図(C-QUAM 方式)